



DHZ AG

5 Jahre

 **supersort**<sup>®</sup>technologie

Juni 2018

---

 **supersort**<sup>®</sup>

 **supersort**<sup>®</sup>fein

 **supersort**<sup>®</sup>metall

---

## Dokument-Information:

Autor: DHZ  
Datum: Juni 2018

---

<b>1</b>	<b>Zusammenfassung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>5 Jahre supersort<sup>®technologie</sup></b>	<b>8</b>
<b>4</b>	<b>KVA-Schlacken in der Schweiz</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>11</b>
<b>6</b>	<b>Gesamtkonzept supersort<sup>®technologie</sup></b>	<b>12</b>
<b>7</b>	<b>Produkte</b>	<b>22</b>
<b>8</b>	<b>Vorteile DHZ und supersort<sup>®technologie</sup></b>	<b>26</b>
<b>9</b>	<b>Anhänge</b>	<b>27</b>

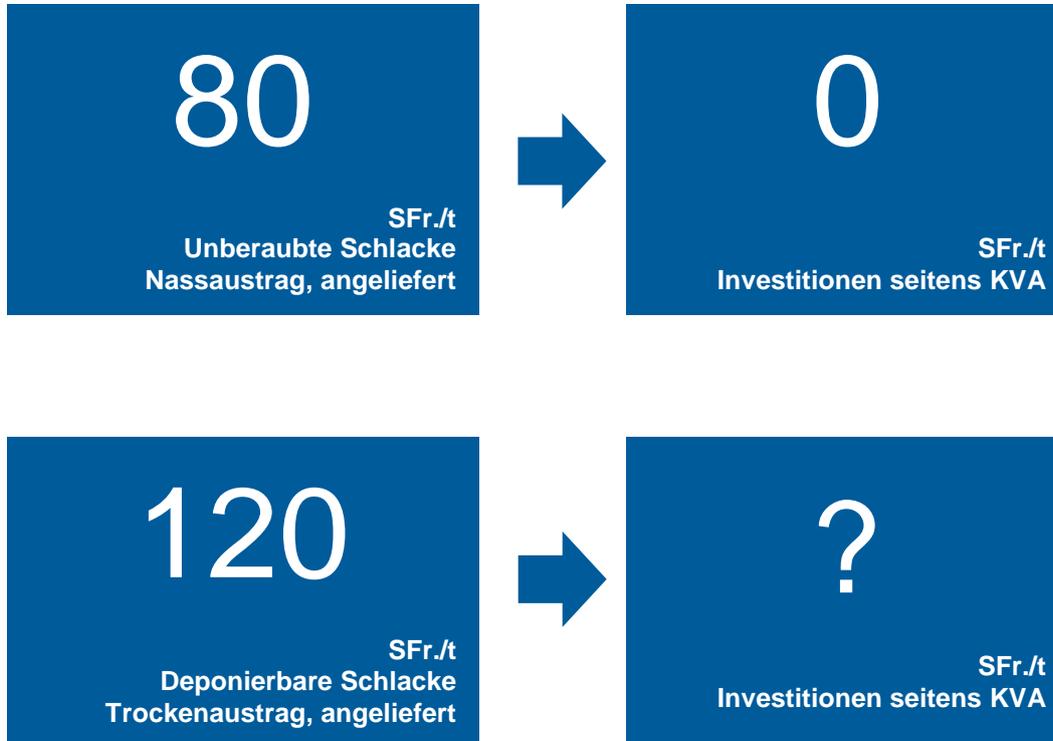
---

## 1 Zusammenfassung

### 1.1 Technische Kennzahlen



## 1.2 Finanzielle Kennzahlen



## 1.3 Fazit der Zusammenfassung

- Vertraglich vereinbarter Preis, ohne Risiken für die KVA
- Vom Markt akzeptiert, Stand der Technik
- Entspricht der Kreislaufwirtschaft und dem Nachhaltigkeitsgedanken
- Laufende Weiterentwicklung und Verbesserungen

## 1.4 Erläuterungen zu den technischen Kennzahlen (gemäss 1.1)

### 1

- Der Wirkungsgrad beträgt hohe 83%, was in der Branche einem absoluten Spitzenwert entspricht
- Mit stetigen Optimierungen und Innovationen werden wir den Wirkungsgrad laufend steigern
- Weitere Projekte zur Optimierung der Prozesskette sind in der Planung oder bereits in der Umsetzung

### 2

- Nach VVEA muss die zu deponierende Schlacke einen NE-Restgehalt nach BAFU-Methode kleiner 1% enthalten
- Mit einem Durchschnittswert im Jahre 2017 von 0,37% wird der Grenzwert um zwei Drittel unterschritten
- Der tiefe NE-Restgehalt ist der Beweis für die hohe Qualität der Metallrückgewinnung mit supersort<sup>®technologie</sup>

### 3

- Der mittlere NE-Metallgehalt > 2 mm, welcher aus Schlacken von mehr als 10 Schweizer KVAs resultiert, betrug bezogen auf die Trockensubstanz 3,06%
- Der Wert bezieht sich auf 'blank' vorliegende NE-Partikel wie Aluminium, Kupfer, Zink und VA
- Der Wert entspricht einem guten Schweizer Durchschnitt, einzelne KVAs können höhere Metallgehalte im Input aufweisen, indem zum Beispiel metallhaltigere Abfälle aus dem Autoschredder oder der Elektroschrott-Aufbereitung verbrannt werden (Thermo-Recycling)

### 4

- supersort<sup>®</sup> und supersort<sup>®fein</sup> ist die erste schweizer Schlackenaufbereitungsanlage, welche im Jahr 2016 durch die zuständige Behörde des Kantons Zürich (AWEL) den Stand der Technik ausgewiesen erhalten hat
- Durch den tiefen NE-Restgehalt (Nichteisenmetall-Restgehalt) konnten die Kennzahlen betreffend des Stand der Technik auch 2017 bestätigt werden
- Die innovative Technologie und die hochwertige Produktequalität stellen weitere Alleinstellungsmerkmale in der Schlackenaufbereitungstechnik dar

### 5

- Die beinahe reinen Produkte weisen nur geringe Fremdanteile kleiner als 2% auf
- Die hohen Metallgehalte >98% ermöglichen einen direkten Absatz in die weltweiten Metallschmelzen, ohne weitere Verarbeitungsschritte durchführen zu müssen
- Die Aluminium- und Schwermetallprodukte aus den Prozessen supersort<sup>®technologie</sup> erfüllen die hohen Qualitätsstandards der Metallschmelzen

### 6

- Die hohe Leistungsfähigkeit der Anlage supersort<sup>®</sup> zeigt sich mit einem Durchsatz von über 80 t/h, der sich über die letzten 5 Jahre in der Praxis bestätigen liess
- Die Anlage wird im Einschichtbetrieb gefahren und erreicht eine Tagesleistung von über 600 t
- Die ausgeklügelte Technik und das innovative Verfahren ermöglichen eine hohe Anlagenverfügbarkeit

### 7

- In den letzten 5 Jahren wurden insgesamt über 510'000 t Schlacken mit supersort<sup>®</sup> aufbereitet
- Durchschnittlich ergibt dies jährlich über 100'000 t KVA-Schlacken, aus denen dank der supersort<sup>®technologie</sup> Metalleprodukte höchster Qualitätsansprüche zurückgewonnen werden

## 2 Zusammenfassung und Ausblick

Die DHZ feiert 5 Jahre supersort<sup>®technologie</sup>. In dieser Zeit haben wir die Prozesse fortlaufend optimiert, um die höchsten Leistungsstandards zu erreichen. **Qualität, Ausbeute, Kosten** und **Effizienz** standen dabei stets im Zentrum. Daran wird sich auch in Zukunft nichts ändern.

Bereits mit der Inbetriebnahme der ersten Schlackenaufbereitungsstufe supersort<sup>®</sup> im Jahr 2013, welche noch heute zu den fortschrittlichsten Aufbereitungsanlagen weltweit zählt, setzte die DHZ neue Maßstäbe. Mit der eigenen Weiterentwicklung supersort<sup>®fein</sup> wurde die Metallrückgewinnung im Jahr 2015 weiter verbessert, in dem auch Metalle der Körnungen < 3mm aus der Schlacke zurückgewonnen werden konnten. Dies ermöglichte hohe Metallausbeuten und entsprechend tiefe Restgehalte in der deponierten Schlacke. Das amtliche Attest im Jahr 2016 dokumentiert die erzielten Erfolge. Mit der Veredelungsanlage supersort<sup>®metall</sup> ist es seit 2016 möglich, die NE-Metalle direkt in die Metallhütten zu führen. Dies entspricht unserem Gedanken des resource mining<sup>®</sup>; die Rohstoffe möglichst vollständig aus Abfällen zurückzugewinnen und diese dem Stoffkreislauf zum Schutz unserer natürlichen Ressourcen zurückzuführen.

### Qualität

Das Ziel der DHZ ist es nicht nur, Metalle möglichst vollständig aus der KVA-Schlacke zurückzugewinnen, sondern auch die Metalle in einer hohen Qualität aufzubereiten, dass diese ohne weiteren Aufbereitungsschritte direkt den Metallhütten zugeführt werden können. Dies garantiert eine effiziente und gleichzeitig effektive Prozesskette, um das aus der Schlacke zurückgewonnene Metall dem Rohstoffkreislauf zurückzuführen. Mit den hohen Metallrückgewinnungsraten und auch erzielten Metallqualitäten gehören wir zur Weltspitze. Daran lassen wir uns auch in Zukunft messen.

### Ausbeute

Bei Angabe zur Metallausbeute einer Anlage lohnt es sich genau hinzuschauen. Entscheidend bei einem Vergleich sind nicht alleine die Metallausbeuten oder Metallerlöse. Diese hängen stark vom Input des Abfalls in die KVA ab. Wenn metallhaltigere Abfälle verbrannt werden, so entsteht auch metallhaltigere Schlacke. Dies führt unmittelbar zu hohen Metallausbeuten und Metallerlösen. Verbreitet wird auch nicht die reine Metallmenge angegeben, sondern die produzierte Menge an NE-Mix inklusive allfälliger Verunreinigungen. Diese sind meist nicht bekannt und erschweren einen direkten Vergleich. Erst eine Betrachtung der Rückstandsgehalte der deponierten Schlacke sowie der Qualität der ursprünglichen Produkte ermöglichen einen belastbaren Vergleich. Wir werden auch in Zukunft alles daransetzen, Metallausbeuten zu erzielen, welchen Vergleichen mit anderen Anlagen standhalten.

### Kosten

Im Fokus unserer Anstrengungen stehen weiterhin auch die Kosten, sowohl bei Investitionen als auch beim Betrieb. Dabei berücksichtigen wir nicht nur die Schlackenaufbereitung, sondern auch Kosten für

die Logistik, Lagerung und Entsorgung. Die DHZ empfiehlt daher weiterhin allen KVA-Betreibern, die ökologischen Nutzen und ökonomischen Kosten entlang der gesamten Entsorgungskette zu betrachten, vom Schlackenausstrag bis zur Metallrückgewinnung und der Deponierung der Schlacke.

### **Effizienz**

Bereits vor der Entsorgung der KVA-Schlacke können wir mit einer effizienten Lösung überzeugen. Für schweizerische KVA-Schlacken bieten wir attraktive und kundenspezifische Entsorgungslösungen. Bereits bei der Schlackenaufbereitung steht eine effiziente Logistik und effektive Verbrennung in Zentrum. Der Nassaustrag ermöglicht es, den Verbrennungsofen luftdicht auszugestalten und die Schlacke ungehindert grosser Störstoffe und Brocken auszutragen. Zudem ist die Logistik einfacher, da nur ein Stoffstrom entsteht, welcher ohne grosse Schutz- und Sicherheitsvorrichtungen gelagert und transportiert werden kann. Dies garantiert auch auf Seiten der KVA ein effizientes Handling.

Wir sind auch zukünftig bestrebt, unseren Kunden einen erstklassigen Service zu bieten, so wie wir es in den vergangenen fünf Jahre mit der supersort<sup>®technologie</sup> sichergestellt haben. Dies ist sowohl im Interesse unserer Kunden, wie auch der Umwelt und der Gesellschaft.

### 3 5 Jahre supersort<sup>®</sup>technologie

Am 22. Dezember 2009 wurde die DHZ AG für den Betrieb der Deponie Häuli und des Werkstoffzentrums gegründet. Der Hauptsitz der Tochterunternehmung der Eberhard Unternehmungen liegt in Lufingen ZH. Mit dem Bau der zwei Millionen Kubikmeter fassenden Deponie wurde nach einer intensiven dreijährigen Planungsphase im Juli 2010 begonnen. Seit dem 3. Januar 2012 nimmt die Deponie Häuli mineralische Rückstände des Typs C, D oder E an, deponiert und überwacht diese nach dem neusten Stand der Technik.

Für die gesetzeskonforme Vorbehandlung von KVA-Schlacken betreibt die DHZ AG auf dem Gelände der Deponie Häuli bereits seit fünf Jahren die Schlackenaufbereitungsanlage supersort<sup>®</sup>. Im Juli 2013 fand die offizielle Eröffnung mit Gästen aus der Politik, den Behörden und der Recyclingwirtschaft statt. Die Anlage ist eine Neuentwicklung zur trockenmechanischen Gewinnung von Metallen aus KVA-Schlacke, welche das Prädikat „Stand der Technik“ trägt. Dank dem ausgeklügelten Verfahren können aus jährlich weit über 100'000 t Schlacke Kupferspulen, Edelstahl, Eisen sowie Nichteisenmetalle inklusive Edelmetalle bis zu einer Partikelgrösse von 3 mm zurückgewonnen werden.

Anfang Dezember 2014 erfolgte die Inbetriebnahme der Erweiterung supersort<sup>®</sup>fein. Das patentierte Verfahren ermöglicht die wirtschaftliche Rückgewinnung von Nichteisenmetallen im Korngrössenbereich zwischen 0,5 und 3 mm. Um die Nichteisenmetalle wieder in den Wertstoffkreislauf zurückzuführen, bedarf es aber einem weiteren Prozessschritt. Diesen vollzieht die DHZ AG seit dem Herbst 2016 mit der neuen Anlage supersort<sup>®</sup>metall in Oberglatt. Die Anlage veredelt die Gemische aus Nichteisenmetallen von Kundenanlagen sowie ab supersort<sup>®</sup> und supersort<sup>®</sup>fein zu qualitativ sehr hochwertigen Metallprodukten. Der mineralische Anteil wird zuverlässig entfernt und die Metalle in eine Aluminium- und schwere Nichteisenmetall-Fraktion aufgetrennt, welche direkt den Schmelzwerken zugeführt werden können.

Die DHZ AG verfolgt mit der supersort<sup>®</sup>technologie seit fünf Jahren einen ganzheitlichen Ansatz zur Aufbereitung von KVA-Schlacken. Damit wird die Mission des resource mining<sup>®</sup> durch die weitgehende und effiziente Rückgewinnung von Metallen aus KVA-Schlacke vorbildlich umgesetzt. Sie leistet einen wesentlichen Beitrag an die Minimierung des Verbrauchs an Primärrohstoffen im Stoffkreislauf der Metallen. Seit der Eröffnung 2013 von supersort<sup>®</sup> wurden insgesamt rund 510'000 t KVA-Schlacke verarbeitet, dadurch wichtige Rohstoffe zurückgewonnen sowie grosse Mengen von CO<sub>2</sub>-Emissionen eingespart.



Abbildung 1. Kreislauf des Siedlungsabfalles mit der supersort<sup>®technologie</sup>. Der Abfall wird verbrannt und aus der resultierenden Schlacke die Metalle beinahe vollständig zurückgewonnen. Zudem werden die Metalle so aufbereitet, dass sie direkt in Metallschmelzen Verwendung finden.

## 4 KVA-Schlacken in der Schweiz

In der Schweiz tragen 26 Kehrrichtverbrennungsanlagen ihre Schlacke nass und vier trocken aus. Die DHZ verarbeitete im Jahr 2017 Schlacken aus über zehn verschiedenen Kehrrichtverbrennungsanlagen, welche ihre Schlacken nass austragen. Die Schlacken werden dabei mit supersort<sup>®technologie</sup> nicht nur von Metallen befreit, sondern auch sicher und nachhaltig nach dem Stand der Technik deponiert. Der Annahmepreis für unberaubte Schlacke lag bei rund 80 SFr./t. Als unberaubte Schlacke wird die Schlacke bezeichnet, welche unbehandelt nach dem Austrag angeliefert wird. Die angelieferte Schlacke ist typischerweise noch feucht und weist im Mittel einen Wassergehalt von 18% auf.

Alle zwei Wochen beprobt die DHZ AG alle Produkte und Rückstände der Anlage supersort<sup>®</sup>. Aus diesen Werten und den bekannten Massenströmen lässt sich eine mittlere Zusammensetzung der Schlacke errechnen (Schlacke vor der Aufbereitung). Der mittlere Wertstoffgehalt im Input der angelieferten Schlacken für das Jahr 2017 ist in Tabelle 1 dargestellt.

*Tabelle 1. Durchschnittlicher Metallgehalt der angelieferten Schlacken an die DHZ im Jahr 2017 vor der Aufbereitung. Dies entspricht der Menge an Metallen, welche sich, nach der Verbrennung in der KVA, in der Schlacke befinden und vom Input in die KVA abhängig sind.*

Metall	Gehalt, bezogen auf Trockensubstanz [%]
Eisen	8,9%
Aluminium	1,97%
Schwere Nichteisenmetalle wie Kupfer, Zink, Messing sowie Edelmetalle	0,65%
Edelstahl	0,34%
Kupfermotoren	0,1%

Insgesamt ergibt dies ein Metallgehalt (FE und NE) von 11,95% bezogen auf die Trockensubstanz. Davon sind 3,06% die sogenannten Nichteisenmetalle (NE: Aluminium, schwere Nichteisenmetalle, Edelstahl und Kupfermotoren), also alle Metalle ohne das magnetische Eisen. In der Bilanz sind alle partikulär vorliegenden Metallpartikel > 2 mm berücksichtigt.

In der Schweiz werden jährlich ca. 4 Mio. Tonnen Abfall verbrannt. Nimmt man an, dass ca. 20% des Abfalls als Schlacke zurückbleiben, so fallen in der Schweiz jährlich 800'000 t Schlacke an. Nimmt man weiter an, dass die Zahlen der DHZ dem Schweizer Durchschnitt entsprechen, so ergibt dies ein Metallpotential in Schweizer KVA-Schlacke von:

- Eisen: 71'200 t
- Aluminium: 18'000 t
- Schwere Nichteisenmetalle inkl. Edelmetalle: 6'000 t
- Edelstahl: 2'700 t
- Kupfermotoren: 800 t

Hier muss beachtet werden, dass die Zusammensetzung der Schlacken stark vom Standort und insbesondere vom Inputmaterial (Metallgehalt im jeweils angenommenen Abfall) der jeweiligen KVA abhängig ist.

Die Zusammensetzung des verbrannten Abfalls bestimmt massgeblich den Metallgehalt der Schlacke und daher ist der Durchschnittswert der DHZ eher als Richtwert für eine Zusammensetzung einer KVA-Schlacke zu sehen. So führt zum Beispiel die Verbrennung von stark metallhaltigen Rückständen aus dem Recycling von Elektroschrott oder Autoschredder zu stark metallhaltigen Abfällen (Thermo-Recycling). Dies beeinflusst massiv das mögliche Metallrückgewinnungspotential aus den KVA-Schlacken. Die Kundschaft der DHZ AG verbrennt wenig solche metallhaltigen Rückstände, weshalb unsere ausgewiesenen Metallgehalte in der Rohschlacke nicht die medial höchst publizierten Zahlen darstellen.

Der 'wahre' Metallgehalt in der Schlacke einer spezifischen schweizer KVA ist von Standort zu Standort unterschiedlich und muss separat für eine KVA bestimmt werden. Oder kurz gesagt: Aus der Schlacke können maximal nur diejenigen Metalle zurückgewonnen werden, welche mit dem üblichen und den zusätzlichen metallhaltigen Abfällen in die Kehrrichtverbrennung angeführt wurden.

## 5 Stand der Technik

In der VVEA ist der Stand der Technik als der aktuelle Entwicklungsstand von Verfahren, Einrichtung und Betriebsweise definiert, welcher:

1. Bei vergleichbaren Anlagen oder Tätigkeiten im In- oder Ausland erfolgreich erprobt ist oder bei Versuchen erfolgreich eingesetzt wurde und nach den Regeln der Technik auf andere Anlagen oder Tätigkeiten übertragen werden kann und
2. für einen mittleren und wirtschaftlich gesunden Betrieb der betreffenden Branche wirtschaftlich tragbar ist.

Im Weiteren steht unter Abschnitt 3, dass Abfälle nach dem Stand der Technik verwertet werden müssen. Dies veranlasste die DHZ AG mit dem Inkrafttreten der VVEA den Stand der Technik zu beantragen. Die hohe Metallrückgewinnungsrate und die daraus resultierenden tiefen Restmetallgehalte führten dazu, dass im Februar 2016 von der zuständigen kantonalen Behörde (AWEL) bestätigt wurde, dass mit den eingereichten Nachweisen für die Anlagen supersort<sup>®</sup> und supersort<sup>®fein</sup> der Stand der Technik erfüllt ist. Den Nachweis zum Stand der Technik ist im Anhang 8 beigefügt.

Mit der Anerkennung des Stands der Technik bietet die DHZ AG den KVA-Betreibern einen gesetzeskonformen und wirtschaftlich tragbaren Entsorgungsweg für ihr Schlacken, welcher eine hohe Metallausbeute sowie eine ökologische Deponierung der Schlacke garantiert.

## 6 Gesamtkonzept supersort<sup>®</sup>technologie

Die supersort<sup>®</sup>technologie mit dem innovativen Konzept resource mining<sup>®</sup> ermöglicht eine nachhaltige und wirtschaftliche Wertstoffgewinnung aus der Ressource KVA-Schlacke und aus metallhaltigen Rückständen der Industrie und des Baugewerbes. Die effiziente und gründliche Entfernung von Metallen ergibt einerseits umweltfreundlich deponierbare Restschlacken und andererseits hilft das gezielte Metall-Recycling den Bedarf an Rohstoffen wie Eisen, Kupfer oder Aluminium aus der Primärproduktion zu reduzieren. Die innovative supersort<sup>®</sup>technologie kann in folgende drei Aufbereitungsstufen unterteilt werden:

### 1. supersort<sup>®</sup>

Die Schlacke wird in verschiedene Fraktionen klassiert und die in der Schlacke enthaltenen Metalle grösser 3 mm zurückgewonnen

### 2. supersort<sup>®</sup>fein (Feinaufbereitung)

Mittels eines eigen entwickelten Anlagenteils werden die Nichteisenmetalle aus der Feinfraktion 0-3 mm zurückgewonnen

### 3. supersort<sup>®</sup>metall (Veredelung)

Die in supersort<sup>®</sup> und supersort<sup>®</sup>fein gewonnenen Nichteisenmetall-Konzentrate werden zu hochwertigen Leicht- und Schwermetallprodukten veredelt, die direkt in die Schmelzwerke geliefert werden können



Abbildung 2: Rückgewinnung der Metalle aus der Schlacke. Von links nach rechts: Schlacke nach Müllverbrennung, Ausschnitt der Recyclinganlage, verschiedene Produktfraktionen aus supersort<sup>®</sup>, Ausschnitt aus der Pilotanlage zu supersort<sup>®</sup>metall, hochwertig veredelte Metallprodukte.

Dank intelligent kombinierter und aufeinander abgestimmter Prozessschritte ermöglichen alle drei Verarbeitungsstufen für sich, aber auch auf einander abgestimmt, eine möglichst vollständige Rückgewinnung der Wertstoffe. Ausserdem besitzen alle drei Verarbeitungsstufen eine hohe Flexibilität, so dass die eingesetzte Technik gezielt auf das verarbeitete Material abgestimmt werden kann.

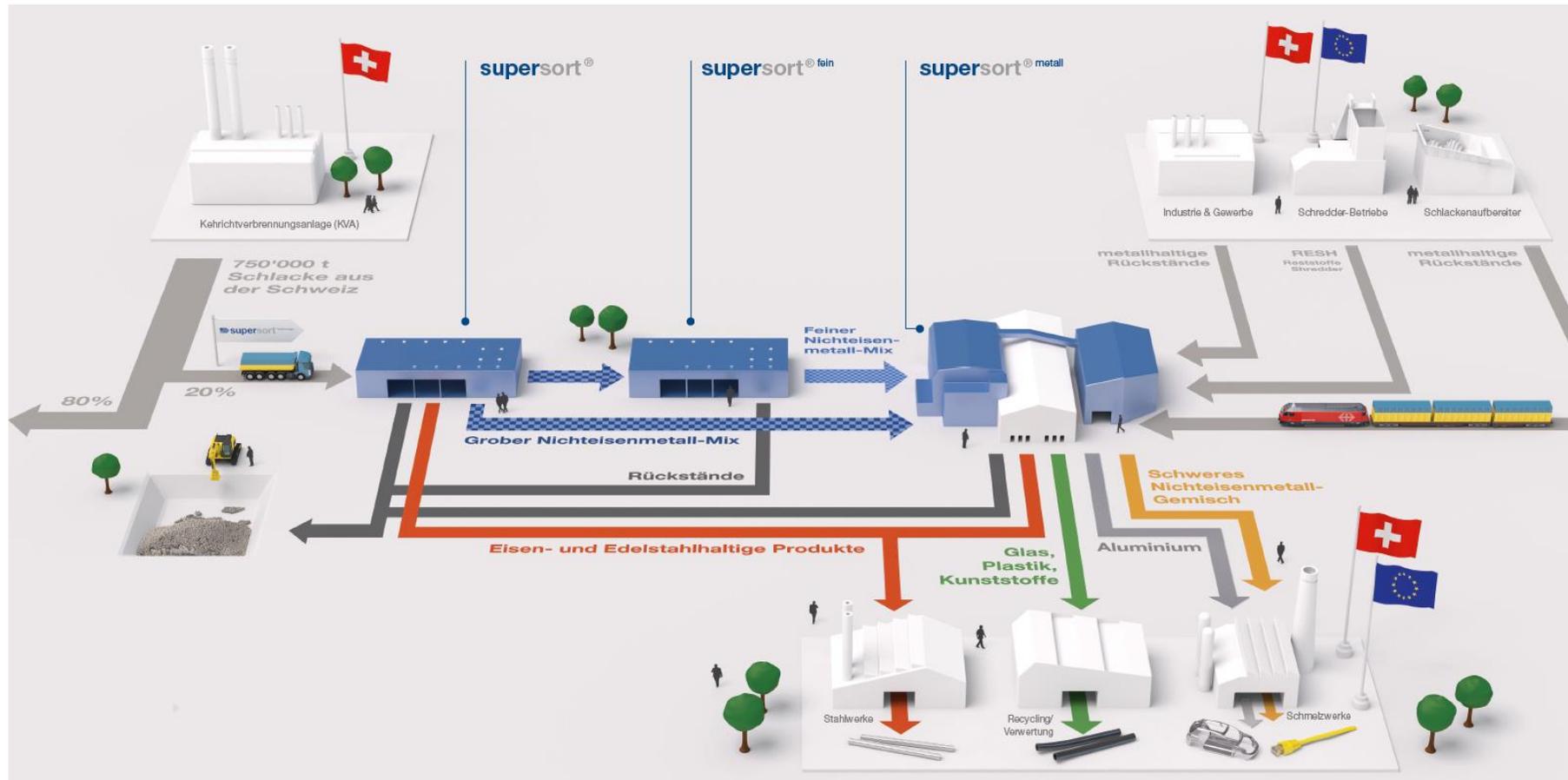


Abbildung 3: Übersicht über die supersort<sup>®technologie</sup>. Schlacke wird aus über 10 KVAs nach Lufingen angeliefert, von Metallen befreit und direkt in der angrenzenden Depo- nie entsorgt. Die hohen Metallausbeuten werden mit den innovativen Verfahren supersort<sup>®</sup> und supersort<sup>®fein</sup> erreicht. Das Nichtisenmetallkonzentrat wird auf der Anlage supersort<sup>®metall</sup> weiterverarbeitet und in Metallfraktionen Aluminium und schwere Nichtisenmetalle sortiert, welche ohne weitere Aufbereitungsschritte an Metallhütten geliefert werden können.

## 6.1 supersort® - Aufbereitung der Schlacke > 3mm

Derzeit werden mit der Anlage supersort® verschiedene Materialien insbesondere aber KVA-Schlacken aufbereitet. Die angelieferten Schlacken werden verwogen und, falls erwünscht, in kundenspezifisch getrennten Materialboxen gelagert. Die Zusammensetzung der Schlacken variiert je nach Abfallzusammensetzung, Jahreszeit und Anlagentechnik der KVA in Feuchtigkeit, Korngrößen und Metallgehalten. Nach einer Zwischenlagerung wird die Schlacke chargenweise aufbereitet.

Die Schlacke wird bei der Aufgabe in die Anlage nochmals verwogen. Ab dem Aufgabebunker wird die Schlacke durch die Anlage gefördert und in verschiedenen Schritten, wie in Abbildung 4 (Verfahrenschema) dargestellt, aufbereitet.

In den einzelnen Prozessen der Anlage (schwarz) entstehen Produkte (grün) und Rückstände (braun). Der erste wichtige Schritt ist der Aufschluss (Freisetzung und Abreinigung) der Metalle aus der Schlacke im sogenannten Liberator.

Ein Überbandmagnet entfernt anschliessend die grossen Eisenschrottteile. Die im Eisenschrott enthaltenen CuFe-Teile (Kupferanker) werden per Handlese aus dem Eisenschrott ausgelesen. Der vom groben Eisenschrott befreite Materialstrom wird in einer Kombination aus Kreisschwingsieb und zwei Flip-Flow-Siebmaschinen in vier Fraktionen gesiebt: 0 - 3 mm, 3 - 12 mm, 12 - 40 mm, > 40 mm. Die Feinfraktion 0 - 3 mm gelangt mittels Förderband direkt in die Feinaufbereitung (supersort<sup>®fein</sup>), in welcher der Feinstanteil abgetrennt und anschliessend die Nichteisenmetalle zurückgewonnen werden.

Die Metalle aus den sauber klassierten Fraktionen > 3 mm werden durch eine Abfolge von Magnetabscheidern und NE-Abscheidern zurückgewonnen. In der Fraktion 12 – 40 mm wird ausserdem mittels einem Windsichter das unverbrannte organische Leichtgut ausgeblasen. In der Fraktion > 40 mm wird mittels Handlesestation sichergestellt, dass unverbranntes organisches Leichtgut sowie alle verbleibenden Metalle separiert werden.

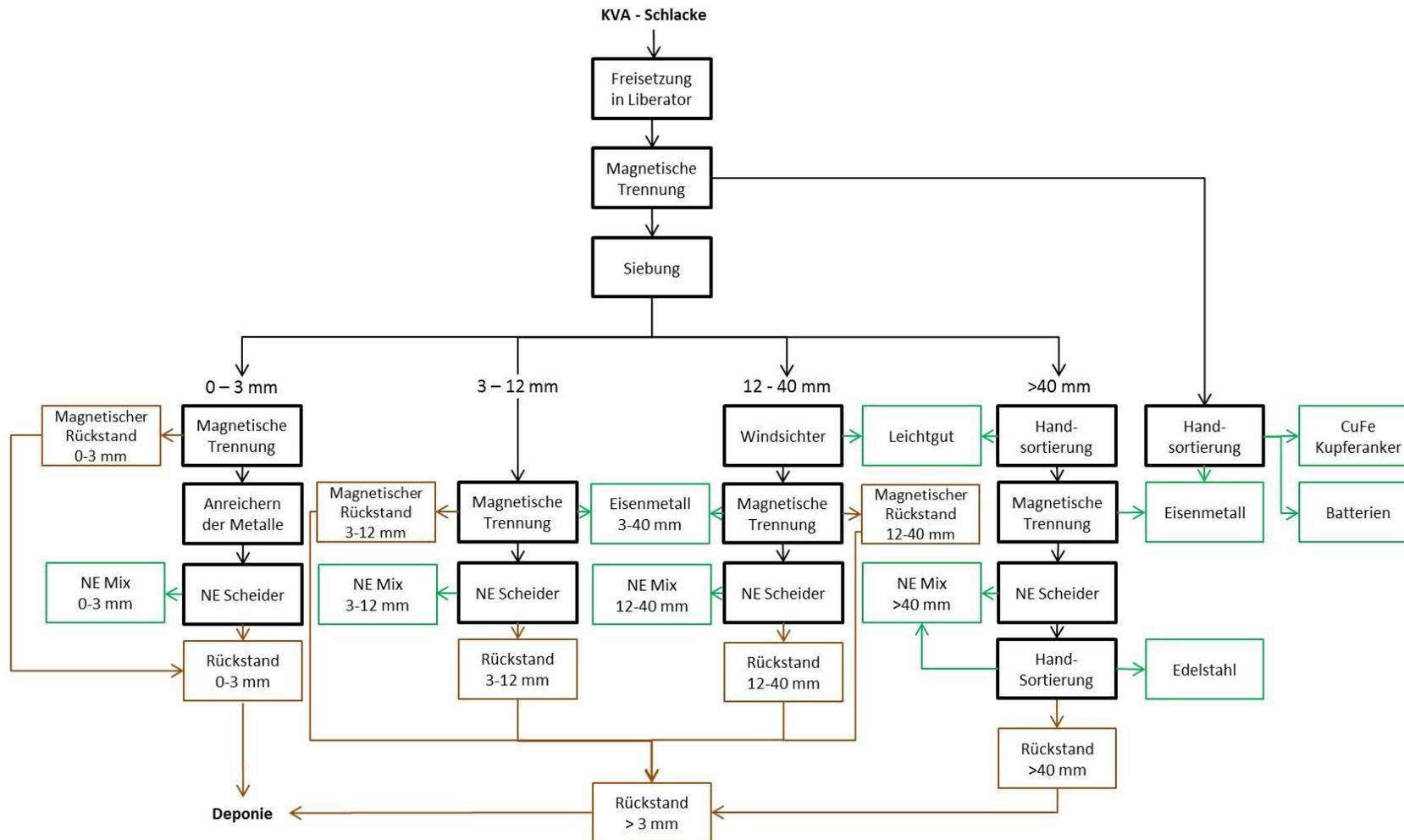


Abbildung 4: Verfahrensschema supersort® und supersort®<sub>fein</sub>  
 Übersicht über die Massenflüsse der ersten beiden Verfahrensschritte für die Aufbereitung von KVA-Schlacke auf der Recyclinganlage in Lufingen.  
 Abgebildet ist das Schlackenrecycling inkl. der Feinaufbereitung. In den Boxen sind Prozesse (schwarz), Rückstände (braun), Produkte (grün) dargestellt.



Abbildung 5: Ausschnitt aus supersort®

Während die Produktfraktionen einzeln verwogen und in Wertstofflagern gesammelt werden, werden die Rückstände über ein geschlossenes Förderband mit integrierter Bandwaage direkt auf das angrenzende Schlackenkompartiment der Deponie Häuli befördert, wo sie VVEA-konform deponiert wird.

Durch die chargenweise Aufbereitung und die fortlaufende Verwiegung aller Fraktionen können Massenbilanzen von einzelnen Chargen automatisiert erstellt werden.

Um Staubemissionen in der Anlage zu minimieren verfügt supersort® über eine grosszügig ausgelegte Entstaubungsanlage. Übergangsstellen sind mit Quellabsaugungsstutzen ausgerüstet, um Stäube direkt am Entstehungsort zu erfassen und abzuführen.

## 6.2 supersort®fein – Feinaufbereitung

Bei feuchter Schlacke im Korngrössenbereich  $< 3$  mm versagen selbst die für schwierige Materialien ausgelegten Flip-Flow-Siebe. Feine und feuchte Schlacke verklebt die Siebe und macht eine Klassierung  $< 3$  mm beinahe unmöglich. Für eine effiziente Rückgewinnung der Nichteisenmetalle und die Herstellung eines weiter verwertbaren Nichteisenmetall-Konzentrates ist in diesem Korngrössenbereich eine vorherige Klassierung und gleichzeitige Voranreicherung der Metalle unumgänglich.

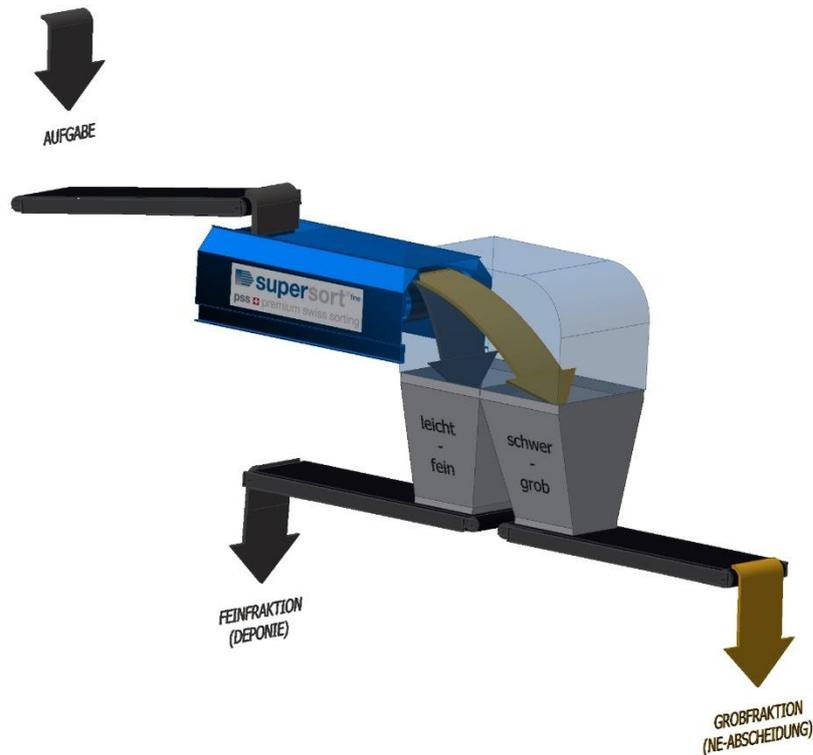


Abbildung 6: Prinzip der Beschleunigungsmaschine, wie sie für die Anreicherung der Metalle in supersort<sup>®fein</sup> verwendet wird.

Das von der DHZ AG entwickelte und umgesetzte Konzept der Beschleunigungsmaschine basiert auf einer Dichte- und Korngrössensortierung. Dank dem Einsatz von Wirbelstromabscheidern wird im Anschluss aus der mit Metallen angereicherten Feinfraction ein Nichteisenmetall-Konzentrat mit einem Metallgehalt von 50% produziert.

Diese Fraction mit Metallen im Korngrössenbereich von < 3 mm weist einen wesentlich höheren Anteil an schweren Bunt- und Edelmetallen auf als die Fractionen > 3 mm. Seit der Inbetriebnahme Ende 2014 läuft in supersort<sup>®fein</sup> eine stetige Produktion. supersort<sup>®fein</sup> wird laufend weiterentwickelt und optimiert.

Das patentierte Verfahren wird in Zusammenarbeit mit einem Schweizer Maschinenhersteller und Anlagenbauer unter dem Label supersort<sup>®fine</sup> pss vermarktet. Das ballistische Verfahren nutzt zur Trennung des Materials die unterschiedlichen Flugtrajektorien. Durch eine Beschleunigung des Materials fliegen grosse und schwere Partikel weiter als kleine und feine Partikel. Dies erlaubt eine trennscharfe Abtrennung des Feianteils und hat zusätzlich zur Folge, dass sich schwere Partikel wie Kupfer, Blei und Zink im Grobanteil anreichern.

Schlacke enthält über 30% Anteil des Kornes > 0,5 mm, aus welchem mit herkömmlichen Sortiertechnik wie Nichteisenmetallabscheider nur sehr geringfügig Metalle zurückgewonnen werden. Mit supersort<sup>®fein</sup> wird dieser Feianteil < 0,5 mm abgetrennt und so der Massenstrom reduziert. Da im Feianteil eine höhere Feuchtigkeit als im Grobteil vorliegt, wird mit der Abtrennung des Feianteils auch die Schlacke getrocknet und der 'klebrige' Feianteil aus der Schlacke entfernt.

Nichteisenmetallscheider sortieren nachfolgend an supersort<sup>®fein</sup> aus dem Grobanteil > 0,5 mm die Metalle. Durch den fehlenden Feinanteil wird einerseits die Masse auf die Nichteisenmetallabscheider reduziert und andererseits führt der fehlende Feinanteil < 0,5 mm zu einer höheren Rückgewinnungsrate, da Flugtrajektorien der Metallpartikel sowie das Magnetfeld der Nichteisenmetallscheider weniger gestört werden.

Aufgrund der positiven Erfahrungen wird das System unter dem Namen supersort<sup>®fine</sup> pss vermarktet und neu auch als Maschine verkauft. In Zusammenarbeit mit der Firma Frei Fördertechnik wird das System angeboten und eine erste Anlage geht im Oktober 2018 in der Schweiz in Betrieb. Das System supersort<sup>®fine</sup> pss ermöglicht eine wirtschaftliche Rückgewinnung der Metalle bis zu einer Korngrösse von 0,5 mm.

### 6.3 Deponie

Die Lage der Aufbereitungsanlage direkt neben der Deponie ist ein grosser Vorteil des Gesamtkonzeptes der DHZ zur Entsorgung der KVA-Schlacke. Mit der direktanliegenden Anlage ist keine zusätzliche Lagerung der entschlackten Schlacke, kein Verlad und auch kein Transport mehr notwendig. Das Austragsförderband gelangt direkt von der Anlage auf die Deponie, wo die Schlacke fachgerecht und VVEA-konform im Kompartiment Typ D eingelagert wird.

Gemäss der Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen (VVEA) darf in der aufbereiteten Schlacke maximal 1 Gewichtsprozent an partikulären Nichteisenmetallen enthalten sein. Die DHZ AG führt fortlaufend umfassende Messkampagnen zur Ermittlung des Restmetallgehaltes in der deponierten KVA-Schlacke durch. Dabei wird der Gehalt an Eisen- und Nichteisenmetallen in der deponierten Schlacke durch ein unabhängiges und akkreditiertes Labor analysiert. Die Werte dieser Kampagne liegen zwischen 0,06% und 0,58% für Nichteisenmetalle. Der Mittelwert an NE-Restmetallgehalt lag im Jahr 2017 bei 0,37%. Die Untersuchung zeigte, dass die DHZ AG mit der einzigartigen supersort<sup>®technologie</sup> Restgehalte erreicht, die schon heute deutlich unter den gesetzlichen Höchstwerten liegen.

Mit unserem Anspruch kontinuierlicher Optimierung und Weiterentwicklung geben wir uns noch nicht zufrieden. Die Ergebnisse sind unser Ansporn weiter an Technologien zu forschen, um zukünftig eine noch bessere Ausbeute und so noch geringere Restmetallgehalte, insbesondere für die kleineren Metallfraktionen, zu erzielen.

Die deponierte Schlacke der DHZ AG weist ein Korngrössenspektrum von 0 bis 40 mm auf. Das heisst, dass maximale Korn ist ca. 40 mm gross. Mit den groben Körnern wird eine hohe Stabilität für den Einbau in der Deponie gewährleistet. Die 'schonende' Behandlung während der Aufbereitung garantiert zudem, dass nur geringfügig zusätzlicher Feinanteil der Schlacke generiert wird.



Abbildung 7. Deponie H채uli mit der Aufbereitungsanlage supersort<sup>®</sup> und supersort<sup>®fein</sup>, welche sich in der Halle wettergeschützt direkt neben der Deponie befindet. Ein Förderband führt die entschlottete Schlacke direkt auf die Deponie.

## 6.4 Jahresleistung 2017 supersort

Die im Jahr 2017 mit supersort<sup>®</sup> aufbereitete Menge feuchter Schlacke belief sich auf 97'093 t. Dies entspricht bei einem mittleren Wassergehalt von 18,8 %, einer Inputmenge in die Anlage von 78'839 t bezogen auf die Trockensubstanz.

Tabelle 2: Überblick über die auf supersort aufbereitete Schlacke (NS: Nasssubstanz, TS: Trockensubstanz)

Im Jahr 2017 auf supersort <sup>®</sup> aufbereitete Schlacke	Einheit	
Aufbereitete Menge feuchter Schlacke	[t NS]	97'093
Mittlerer Wassergehalt	[%]	18,8
Aufbereitete Menge bezogen auf Trockensubstanz	[t TS]	78'839

## 6.5 supersort<sup>®metall</sup> – Veredelung

Die neuste Erweiterung im Gesamtkonzept zur vollständigen Rückgewinnung der Metalle aus Schlacke ist eine trocken-physikalische Anlage zur weiteren Sortierung der Nichteisenmetallmischfraktion. Auf der Anlage supersort<sup>®metall</sup> werden die Nichteisenmetallkonzentrate aus Lufingen, aber auch aus anderen Aufbereitungsanlagen weiterverarbeitet. Die Anlage trennt die restlichen mineralischen Anteile aus den

Mischfraktionen ab und sortiert anschliessend die reine Metallfraktion in Leicht- und ein Schwermetall-Produkte. Die Anlage ist seit Herbst 2016 erfolgreich in Oberglatt in Betrieb.

Die Aufbereitung der Nichteisenmetallgemische erfolgt auf der Anlage in zwei unabhängigen Linien, welche grösstenteils identisch aufgebaut sind. Die erste Linie verarbeitet Gemische im Feinbereich zwischen 0-10 mm und die zweite Linie im gröberen Bereich zwischen 10-100 mm. Der ganze Prozess arbeitet rein trockenphysikalisch und hat pro Linie einen Durchsatz von bis zu 10 t/h. Alle Förderbänder, Maschinen und Übergänge sind vollständig geschlossen und somit die gesamte Anlage komplett staubdicht ausgelegt. Dies garantiert angenehme Arbeitsbedingungen, hohe Arbeitssicherheit und geringe Staubausträge in die Umwelt. Den sehr staubarmen Betrieb hat die Anlage in den ersten Monaten bereits eindrücklich bewiesen.

In einem ersten Schritt der Aufbereitungsanlage werden die mineralischen und organischen Verunreinigungen des NE-Konzentrates mittels ausgeklügelter Zerkleinerungs- und Abscheidetechnik aus dem Prozess entfernt. Gleichzeitig werden die Metalle beansprucht und in die für die nachfolgende Trenntechnik optimale Form gebracht. Anschliessend an diese Prozessstufe erfolgt die Abscheidung allfälliger magnetischer Bestandteile, welche irrtümlicherweise den Weg in das NE-Konzentrat gefunden haben und für Nichteisenmetall-Schmelzen ein Störstoff darstellen. Intelligente Prozessauslegung und herausragende Prozesssteuerung führen zu einem Zwischenprodukt, welches ein reines, trockenes Nichteisenmetallprodukt frei von jeglichen Verunreinigungen darstellt.



Abbildung 8. Übersicht über Aufbereitungsanlage supersort<sup>@metall</sup> zur trocken-physikalischer Sortierung des NE-Konzentrates in Leicht- und Schwermetallfraktionen

Nach der Klassierung folgt nebst der Zerkleinerungsstufe das zweite Herzstück der Anlage: die Sortiertechnik. Die Lufttrentische sortieren die eng klassierten Fraktionen jeweils in Leicht- und Schwermetall-Produkte. Die geringen Unterschiede zwischen dem kleinsten und grössten Korn, die optimale Kornform und die hohen Dichteunterschiede zwischen Leicht- und Schwermetallen führen zu ausgezeichneten Trennergebnissen. Insgesamt werden für die Schwer-/Leichtsortierung auf der Anlage 14 Lufttrentische eingesetzt. Eine ausgereifte Verfahrenstechnik alleine genügt nicht, die geforderten höchsten Qualitäten

zu erreichen. So werden die Trennergebnisse kontinuierlich von einer Fachperson kontrolliert und bei Bedarf zusätzlich Proben im betriebsinternen Labor analysiert. Die Anlage ist soweit als möglich automatisiert und benötigt für den Betrieb inkl. Betriebsleiter vier Personen.



Abbildung 9: Nichteisenmetall-Fraktion (oben) wird befreit von Fremdstoffen und anschliessend sortiert in eine reine Leichtmetall- (links) und eine Schwermetall-Fraktion (rechts)

## 6.6 Annahmepreis für angelieferte Schlacke

Der Annahmepreis für nass ausgetragene Schlacke beträgt für angelieferte und unberaubte Schlacke ca. 80 SFr./t. Angelieferte Schlacke hat eine Feuchtigkeit um die 20%, rechnet man die Feuchtigkeit aus der Schlacke, so ergibt sich ein Preis von ca. 100 SFr. pro Tonne Trockensubstanz. Der Preis für trocken angelieferte Schlacke, bzw. trocken ausgetragene Schlacke ist höher. Grund für den höheren Preis ist das aufwändigere Handling dieser Schlacke. So muss eine staubfreie Entladung sowie Umschlag der trockenen Schlacke gewährleistet sein. Am besten wird die Staubbildung mit einer Befeuchtung der trockenen Schlacke unterdrückt. Da trockene Schlacke chemisch stark reaktiv ist, kann es in Kontakt mit Wasser zu chemischen Reaktionen kommen, welche zu einer starken Erwärmung der Schlacke und zu einer unangenehmen Geruchsbildung führen können. Beim Handling der trockenen Schlacke ist daher Vorsicht geboten, was aufgrund des höheren Aufwands zu höheren Annahmepreisen führt.

## 7 Produkte

Mit der supersort<sup>®technologie</sup> werden aus den drei Anlagen folgende Produktfraktionen generiert:

- Eisen grob
- Eisen fein
- Nichteisenmetall-Mix > 30 mm
- Reines Aluminium: supermetal<sup>®alu</sup> 0,3-30 mm (8 Fraktionen)
- Reine Schwermetall-Gemische: supermetal<sup>®heavy</sup> 0,3-30 mm (8 Fraktionen)
- Edelstahl
- Kupferanker (Meatballs)
- Organik/Leichtgut

### 7.1 Eisen grob

In supersort<sup>®</sup> wird eine für die Schlackenaufbereitung in der Schweiz einzigartige Qualität Eisenschrott produziert, welche direkt in ein Stahlwerk geliefert werden kann. Der Eisenschrott kann direkt in Stahlwerke vermarktet werden. Der Eisenschrott ist schlackenfrei. Dank der Handlese der Kupferanker und anderer Störstoffe wird auch der maximal erlaubte Kupfergehalt von 0,45% problemlos eingehalten.

Tests in einem Schweizer Stahlwerk haben ergeben, dass pro Charge problemlos 5 - 8% Eisenschrott ab supersort<sup>®</sup> eingesetzt werden können. Durch die gute Qualität und die Lieferung direkt zum Stahlwerk kann der Zwischenhandel und die dort notwendige weitere Aufbereitung vermieden werden.

Die Ausbeute an grobem Eisen liegt bei über 97%. Die Ausbeute an feinem Eisen wird nicht durch die Anlagentechnik, sondern durch die Verwertbarkeit der entstehenden Produktfraktion bestimmt. Feines Eisen im Korngrößenbereich von beispielsweise 1-3 mm kann mittels eines Magneten problemlos abgetragen werden. Dieses Produkt kann aber in einem Stahlwerk nicht verwertet werden.

### 7.2 Nichteisenmetall-Mix > 30 mm

Die Ausbeute in dieser Fraktion beträgt mehr als 95%, da nach dem Wirbelstromabscheider eine Nachsortierung der Restschlacke mittels einer Handlese stattfindet.

Der Metallgehalt in dieser Fraktion liegt in der Regel bei > 85% und hängt stark von der verarbeiteten Schlacke ab. Die grossen Metalle aus den Schlacken einzelner KVA's sind teils stark mit Anhaftungen verunreinigt. Das Produkt besteht hauptsächlich aus Aluminium und in geringeren Mengen aus Kupfer und Messing.

### 7.3 Edelstahl

Die Fraktion Edelstahl ist das Produkt einer Handlese und daher von sehr guter Qualität. Aufgrund der Qualität ist eine direkte Verwertung in einem Stahlwerk möglich.

## 7.4 Aluminium 0,3-30 mm: supermetal<sup>®alu</sup>

Eines der aus der Anlage supersort<sup>®metall</sup> entstehenden Produkte ist das Aluminium. In acht unterschiedlichen Kornbereichen entsteht beinahe reine Aluminiumprodukte im Bereich zwischen 0,3 bis 30 mm. Die Produkte sind beinahe frei von Restschlacke und Fremdstoffen wie schweren Nichteisenmetallen. Die hohe Reinheit der Produkte garantiert, dass die Produkte die strengen Qualitätsanforderungen der Aluminiumschmelzen einhalten und so ohne weitere mechanische Aufbereitungsschritte von den Metallschmelzen verarbeitet werden können.

Tabelle 3. Übersicht über die Qualitäten des Aluminiums supermetal<sup>®alu</sup> in den Korngrößen 0,3-30 mm.

Art	Gehalt
Aluminium, Aluminiumlegierungen	>99%
Schwermetalle	<1%
Mineralische Stoffe	<0,2%

Der geringe Anteil an schweren Nichteisenmetallen gewährleistet zudem, dass die schweren Nichteisenmetalle im Rohstoffkreislauf verbleiben, denn jedes schwere Nichteisenmetallpartikel, das sich im Aluminium befindet, ist verloren und kann nicht dem entsprechenden Rohstoffkreislauf des Metallpartikels zugeführt werden.



Abbildung 10. Beispielhaft sind zwei Aluminiumprodukte dargestellt. Links ist das Aluminiumprodukt 0,3-0,8 mm und rechts das Produkt 8-12 mm dargestellt.

## 7.5 Schwere Nichteisenmetalle 0,3-30 mm: supermetal<sup>®heavy</sup>

Auch bei den Schwermetall-Produkten liegen Fremdstoffe wie Leichtmetalle und mineralische Rückstände nur in geringsten Mengen vor. Diese Fraktion ist hauptsächlich ein Gemisch aus Kupfer und Zink und mit geringeren Mengen von Blei, Zinn und Edelmetallen versehen. Die Metallgehalte der einzelnen Schwermetalle variieren je nach Korngröße, aber auch je nach Herkunft und Zusammensetzung der verarbeiteten Nichteisenmetallgemische und liegen in folgenden Bereichen:

Tabelle 4. Übersicht über die Qualitäten des schweren Nichteisenmetallproduktes supersort<sup>®heavy</sup> in den Korngrößen 0,3-30 mm

Art	Gehalt
Kupfer	62-86%
Zink	8-32%
Andere Schwermetalle und Edelmetalle	<7%
Leichtmetalle	<0,4%
Mineralische Stoffe	<0,1%



Abbildung 11. Beispielhaft sind hier zwei Produkte der schweren Nichteisenmetalle dargestellt. Dies ist hauptsächlich ein Gemisch aus Kupfer, Zink, Messing. Links ist die Korngrösse 0,5-0,8 mm und rechts die Korngrösse 8-10 mm dargestellt.

## 7.6 Zurückgewonnene Wertstoffmengen mit supersort<sup>®technologie</sup>

Regelmässig werden die Produkte aus den Anlagen beprobt und aus den Analysewerten die zurückgewonnene Menge an Wertstoffen berechnet. Die regelmässige Beprobung wird seit der Eröffnung von supersort<sup>®fein</sup> im Jahr 2015 durchgeführt und zeigt auf, dass eine konstante und hohe Rückgewinnungsrate an Metallen erreicht wird. Beispielhaft werden hier die Zahlen für das letzte Jahr 2017 publiziert.

Aus der Tabelle 5 geht hervor, dass im Jahr 2017 Metallkonzentrate mit einem Gewicht von 8'301 t aus den verschiedenen Schlacken gewonnen wurde. Dies entspricht der zurückgewonnenen Menge an reinen Metallen, d.h. die hier dargestellten Mengen sind bereinigt von Feuchtigkeit und mineralischen Anteilen. Bezogen auf den totalen Input wurden demnach rund 10,53% Metalle aus der verarbeiteten Schlacke zurückgewonnen. Mit 6'307 t bildet das Eisen die grösste Fraktion. Dies entspricht 8.00% der total verarbeiteten Menge an Schlacke. Die Summe der zurückgewonnenen Nichteisenmetalle (Aluminium, schwere Nichteisenmetalle, NE-Mix >40 mm, CuFE und Edelstahl) machen insgesamt 2,53% bezogen auf die Trockensubstanz aus.

Tabelle 5: Überblick über den zurückgewonnenen Produktmengen aus allen verarbeiteten KVA-Schlacken. Die Metallanteile im In- und Output variieren je nach Verbrennungsanlage deutlich.

Produkte aus KVA-Schlacke	Metallkonzentrat [t NS]	Anteil recyceltes Metall bezogen auf die verarbeitet Menge [% TS]
Eisen	6'307	8
Aluminium	1'201	1,52
Schwere Nichteisenmetalle	395	0,50
Nichteisenmetall-Mix > 40 mm	162	0,21
CuFe (Kupferanker)	97	0,12
Edelstahl > 40 mm	139	0,18
<b>Total Metalle</b>	<b>8'301</b>	<b>10,53</b>

Beim Vergleich der hier dargestellten Zahlen mit Daten aus anderen Anlagen ist Vorsicht geboten. Aus Gründen der fehlenden Analyse-Methoden werden häufig anstelle der reinen Metalle die Produktmengen inkl. Verunreinigungen und Feuchtigkeit angegeben. Die so dargestellten Werte entsprechen jedoch nicht den 'wahren' zurückgewonnen Metallmengen, sondern den verworgenen und verkauften Metallmengen, die anschliessend in weiteren Prozessen und Verfahren von der Schlacke befreit und in schmelzfähige Metallfraktionen aufgeteilt werden.

Im Gegensatz dazu entsprechen die Daten der DHZ AG den Schmelzwerken zugeführten Mengen, diese sind beinahe frei von mineralischen Verunreinigungen. So wurden 2017 ca. 1'200 t Aluminium aus der aufbereiteten Schlacke der DHZ AG an Sekundäraluminiumschmelzen zugeführt und knapp 400 t der schweren Nichteisenmetallgemische in Schwermetallhütten eingesetzt.

Aus den vorliegenden Werten zu den mit supersort<sup>®technologie</sup> zurückgewonnen Mengen und dem mittleren Metallgehalt in der angelieferten Schlacke aus Kapitel 4, lässt sich eine durchschnittliche Rückgewinnungsrate an NE-Metallen wie Aluminium, Kupfer, Zink, Edelstahl und Edelmetall von **ausgezeichneten 83%** berechnen. Im Vergleich zu anderen weltweiten Schlackenaufbereitern entspricht dieser Wert einer absoluten Spitzenleistung.

Es ist weiter zu bemerken, dass es technisch möglich ist, die Metallrückgewinnung weiter zu steigern. Dies erfordert Investitionen in weitere Sortiertechnik wie Wirbelstromscheider und Sensorsortierer. Aufgrund der geringen Metallmengen und den hohen zu tätigen Investitionen ist eine weitere Steigerung der Metallausbeute zum aktuellen Zeitpunkt nicht wirtschaftlich. Wir sind jedoch weiterhin bestrebt nach neuen fortschrittlichen Technologien zu forschen, um geeignete Techniken zur Erhöhung der Metallrückgewinnungsrate zu finden.

## **8 Vorteile DHZ und supersort<sup>®</sup>technologie**

### **8.1 Keine Risiken für den Kunden**

- Vertraglich definierter Preis
- Keine Nachträge
- Keine Risikopartizipation – Übergang der Haftung zu DHZ bei der Lieferung
- Klare Kostenerwartung – Keine Überraschungen
- Keine Investitionen auf Seite der KVA

### **8.2 Produktequalität und optimale Rückstandslogistik**

- Die hohe Produktequalität der Wertstofffraktionen ermöglicht die Lieferung der meisten Wertstoffe direkt an den Endabnehmer. Eine weitere Aufbereitung, Sortierung oder Vermischung mit anderen Stoffströmen im Zwischenhandel kann so ausgeschlossen werden.
- Die Rückstände aus der Aufbereitung werden per Förderband direkt auf die Deponie Häuli geführt und dort VVEA-konform abgelagert.

### **8.3 Modernste Aufbereitungstechnik und innovative Anlagenkonzepte**

- Einzigartige, aufeinander abgestimmte Aufbereitungsschritte
- Effiziente Prozesse durch den Einsatz von modernster Anlagentechnik in allen Aufbereitungsstufen
- Rückgewinnung und Verwertung von Nichteisenmetallen auch in der Feinfraktion < 3 mm
- Durch Entstaubungsanlagen mit Quellabsaugung an Übergabestellen werden in allen Anlagen Staubemissionen weitgehend vermieden
- Stetige Weiterentwicklung und Optimierung der Aufbereitungstechnik garantieren eine möglichst effiziente Rückgewinnung der partikulären Metalle

### **8.4 Einhaltung der gesetzlichen Vorschriften**

- VVEA-konforme Aufbereitung der Schlacke und Deponierung der Rückstände in der Deponie Häuli
- Abscheidung der Metalle aus der Schlacke gemäss dem aktuellen Stand der Technik
- Der von der VVEA geforderte Maximalgehalt an partikulären Nichteisenmetallen im deponierten Rückstand von 1,0% wird mehr als deutlich unterschritten

## 9 Anhänge

### 9.1 Stand der Technik

#### 9.1.1 Betriebsbewilligung DHZ

 <b>Baudirektion Kanton Zürich</b>		<b>1587</b>
		<b>Direktion</b> Walcheplatz 2, Postfach, 8060 Zürich
		Bearbeitet von: Dr. Leo Morf Direktwahl: 043 259 39 46 Unser Zeichen: Sie/LM/AKe
		Archiv: G 14 I VeVA: 00630022
<p><b>Bewilligung vom 22. Aug. 2013</b></p> <p><b>Wertstoffzenter, DHZ AG, Lufingen; Betriebsbewilligung nach kantonalem AbfG; Bewilligung zur Entsorgung von Abfällen nach VeVA</b></p>		
<b>Gemeinde</b>	Lufingen, Embrach	
<b>Betroffene/r</b>	Wertstoffzenter DHZ AG, Deponie Häuli, Deponiestrasse 1, 8426 Lufingen	
<b>Lage</b>	Kataster Nr. 1330 (Lufingen), 1232 (Embrach)	
<b>Massgebende Unterlagen</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Betriebsreglement Wertstoffzenter DHZ AG (Version 1.0 vom 24. Juni 2013)</li> <li>- Inhaltsverzeichnis Jahresbericht Deponie Häuli (Version vom 3. Juni 2013)</li> <li>- Reglement für die Aufsicht der Deponie Häuli, Lufingen, Embrach (Version vom 19. Dezember 2011)</li> <li>- Baudirektionsverfügung Nr. BVV 12-0606 vom 29. Mai 2012: Neubau Materialaufbereitungshalle</li> </ul>	
<b>Beurteilung</b>	Abfallrechtliche Betriebsbewilligung, Bewilligung zur Entgegennahme von ak-Abfällen.	
<p><b>Sachverhalt</b></p> <p>Die Baudirektion erteilte mit Bewilligung Nr. BVV 12-0606 der Wertstoffzenter DHZ AG, Lufingen (WSZ DHZ AG), die abfallrechtliche Errichtungsbewilligung zum Bau des WSZ nach § 2 der kantonalen Abfallverordnung (AbfV) vom 24. November 1999. Die WSZ DHZ AG ersucht mit dem Einreichen des Betriebsreglementes am 24. Juni 2013 um eine Betriebsbewilligung ebenfalls nach § 2 AbfV und um eine Bewilligung als Empfängerbetrieb für Abfälle nach Artikel 10 der Verordnung über den Verkehr mit Abfällen (VeVA) vom 22. Juni 2005. Das WSZ ist für rund 50 Tonnen pro Stunde ausgelegt, was bei einem Betrieb von 1500-2000 Stunden pro Jahr einer Jahreskapazität von etwa 160'000t/a entspricht. Das WSZ ist für die Entsorgung von - für die Deponierung vorgesehenen - Abfällen konzipiert. Es beinhaltet eine Aufbereitungsanlage mit dem Namen supersort®, welche KVA-Schlacken und andere mineralische metallhaltige Abfälle behandelt (Wertstoffrückgewinnung). Ebenso ist das WSZ für weitere Prozesse ausgestattet wie Immobilisierung, Sieben oder Brechen.</p>		

**Die Baudirektion verfügt:**

- I. Das Betriebsreglement der WSZ DHZ AG vom 24. Juni 2013 wird in abfallrechtlichem Sinn genehmigt.
- II. Die WSZ DHZ AG, Lufingen wird für das WSZ die Betriebsbewilligung gemäss § 2 der kantonalen Abfallverordnung (AbfV) mit folgenden Nebenbestimmungen erteilt:
  1. Die im Betriebsreglement vom 24. Juni 2013 beschriebenen Erfordernisse sind einzuhalten. Besondere Abweichungen vom Normalfall sind im Jahresbericht aufzuführen.
  2. Änderungen im Verfahren oder im Betrieb der Anlage, welche eine Änderung des Betriebsreglements erfordern, sind dem AWEL Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft, Sektion Abfallwirtschaft, Walcheplatz 2, Postfach, 8090 Zürich, unaufgefordert zu melden und bedürfen dessen Zustimmung.
  3. Vom behandelten Material muss ein wesentlicher Teil (z.B. mindestens 40 Gewichtsprozent bei Sortiergut) anschliessend auf der Deponie Häuli abgelagert werden können.
  4. Das WSZ unterliegt der Aufsicht des AWEL und der Aufsichtskommission der Deponie Häuli
  5. Die Bewilligung ist befristet auf fünf Jahre ab Eintreten der Rechtskraft vorliegender Verfügung.
  6. Der Betreiber hat nachzuweisen, dass die Anlage dem Stand der Technik für die Aufbereitung von KVA-Schlacke und für die Behandlung weiterer Abfälle entspricht. Wird ein „weiterer Abfall“ behandelt, ist jeweils vorgängig gegenüber dem AWEL nachzuweisen, dass der Stand der Technik eingehalten wird. Der diesbezüglich organisatorische Ablauf wird zwischen WSZ und AWEL vereinbart.
  7. Die WSZ DHZ AG wird verpflichtet, innerhalb des ersten Betriebsjahres in Absprache mit dem AWEL Messungen durchzuführen, um den Abreicherungsgrad betreffend Eisen- und Nichteisenmetalle bei der Behandlung von KVA-Schlacke mit der Aufbereitungsbereitungsanlage supersort® zu bestimmen und eine Beurteilung vorzunehmen, ob die Behandlung dem Stand der Technik entspricht.
  8. Die Jahresberichte sind jährlich im ersten Quartal des Kalenderjahres gemäss den Vorgaben des AWEL zu erstellen und dem AWEL zuzustellen.
  9. Rechtzeitig vor Ablauf der Bewilligung hat die WSZ DHZ AG ein Gesuch um eine Verlängerung/Erneuerung der Bewilligung vorzulegen.

### 9.1.2 Auszug Antrag DHZ

Mit diesem Papier stellen wir gemäss der Besprechung vom 3. November 2015 den Antrag, die supersort@technologie als Stand der Technik der Aufbereitung von KVA-Schlacke zu erklären.

Der Antrag betrifft die beiden folgenden Punkte:

- **Generelle Diskussion Stand der Technik**  
Mit diesem Bericht weisen wir nach, dass wir mit der supersort@technologie die von der TVA (Technische Verordnung über Abfälle, Stand 2015) um ein mehrfaches unterschreiten und somit die Anforderungen an den Stand der Technik erfüllen
  
- **Bescheinigung von zwei Nachweisen gemäss der Betriebsbewilligung Wertstoffzenter, DHZ AG, vom 22. August 2013 (Nr. 1587)**  
In der Betriebsbewilligung wird unter römisch II, Verfügungen, Punkt 6 von der DHZ AG verlangt, einen Nachweis zum Stand der Technik zu erbringen. Mit diesem Bericht ist DHZ dieser Aufforderung nachgekommen.  
Unter Punkt 7 werden Messungen verlangt. Mit der Dokumentation und der Analytik, welche in diesem Bericht enthalten ist, ist dieser Punkt abschliessend erfüllt.

### 9.1.3 Bestätigung AWEL



EINGEGANGEN 05. Feb. 2016

DHZ AG  
Herr Stefan Eberhard  
Deponiestrasse 1  
8426 Lufingen

Kanton Zürich  
Baudirektion  
**Amt für  
Abfall, Wasser, Energie und Luft**  
Abfallwirtschaft und Betriebe

**Franz Adam**  
Abteilungsleiter

Kontakt:  
Leo Simon Morf  
Dr.  
KVA Klärschlammensorgung  
Weinbergstrasse 34  
8090 Zürich  
Telefon +41 43 259 39 70  
leo.morf@bd.zh.ch  
www.awel.zh.ch

- 4. Feb. 2016

#### **Wertstoffzentrum DHZ AG, Stellungnahme zum Bericht "supersort-Technologie - Stand der Technik" der DHZ AG**

Sehr geehrter Herr Eberhard

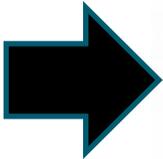
Mit dem Bericht „supersort-@Technologie - Stand der Technik“ vom 5. Dezember 2015 (Rev. 3) stellen Sie der Antrag, die supersort-@Technologie als Stand der Technik zur Aufbereitung von Schlacke aus Kehrrechtverwertungsanlagen (KVA) zu erklären.

Wir haben den Bericht mit den durchgeführten Messungen, welche die Leistung der Schlackeaufbereitungsanlage supersort@ inkl. des Teils supersort@fein von DHZ AG in der Deponie Häuli hinsichtlich der Abtrennung der Metalle charakterisiert, überprüft und stellen fest:

- Die Messungen mit sechs Grosschargen an KVA-Schlacke erfolgten in ausreichendem Ausmass und basieren auf repräsentativen Stichprobenmengen.
- Die Parameterwahl entspricht den Vorgaben für den NE-Restgehalt in der aufbereiteten Schlacke gemäss Technischer Verordnung (TVA, Anhang 1, Ziffer 32, Abs. 1, Bst. a) und seit 1. Januar 2015 der neuen Verordnung über die Vermeidung und die Entsorgung von Abfällen (VVEA, Anhang 5, Ziffer 4.3, Bst. a) sowie den zusätzlich am 3. November 2015 mit Ihnen vereinbarten Vorgaben in der aufbereiteten Schlacke (Fe-Restgehalt als Indikator und zur Information der nicht massgeblich durch den Schlackeaufbereiter beeinflussbare Schlacke-Ausbrand). Statt des totalen organischen Kohlenstoffgehalts (TOC) wird der Restgehalt an Unverbranntem in der aufbereiteten Schlacke ausgewiesen.
- Das Vorgehen der Analyse der Metall-Restgehalte entspricht den aktuell gültigen Vorgaben gemäss VVEA und den Ausführungsrichtlinien des BAFU (Analysemethoden im Abfall- und Altlastenbereich mit Stand 2013). Auf eine Angabe der Restmetallgehalte bis Korngrösse 1 mm statt bis 2 mm wurde verzichtet.
- Die Resultate im Bericht bezüglich des NE-Restgehalts der aufbereiteten Schlacke liegen innerhalb eines Bereichs von 0.45 und 0.84 Gew.-% v. TS. Der Mittelwert der sechs Grosschargen beträgt 0.58 Gew.-% v. TS und der Unsicherheitsbereich beträgt 0.44 bis 0.72 Gew.-% v. TS (obere und untere Grenze eines 95 %-Konfidenzintervalls, entspricht ungefähr einem 2-Sigma-Fehlerbereich). Diese Resultate belegen, dass die Schlackeaufbereitungsanlage die gesetzlichen Vorgaben deutlich erfüllt. Die Resultate zeigen im Vergleich mit Daten anderer sich im Betrieb

befindenden Schlackeaufbereitungsanlagen auch, dass der Betrieb eine sehr gute Umwelleistung erbringt, die wesentlich unter den gesetzlichen Anforderungen liegt.

- Die restlichen Messdaten zu Fe-Restgehalten, zu Metallausbeuten und zur Qualität der Metall-Produkte werden zur Kenntnis genommen. Sie wurden aber – wie vereinbart - nicht in der Bewertung berücksichtigt.
- Die KVA-Schlackeaufbereitungs-Technologie von supersort® der DHZ AG, wie auch Technologien in anderen Betrieben/Anlagen, sind momentan einer starken Entwicklung unterworfen. Die im Bericht beschriebene Technologie supersort®metall wird erst im Frühjahr 2016 in Betrieb gehen und wurde nicht in die Bewertung einbezogen.



**Auf Grund dieser Feststellungen erachten wir die beiden Nebenbestimmungen 6 und 7 aus der abfallrechtlichen Betriebsbewilligung vom 22. August 2013 (Verfügung 1587) bezüglich der Aufbereitung von KVA Schlacke als erfüllt.**

Für die Behandlung „weiterer Abfälle“ ist jeweils in Absprache mit dem AWEL der Nachweis zu erbringen, dass unter Berücksichtigung der Möglichkeiten des Ausgangsmaterials und der verfügbaren Techniken eine möglichst hohe Umweltwirkung erbracht wird.

Freundliche Grüsse



Franz Adam